

sonores à un récepteur greffé sous le cuir chevelu. Ce récepteur envoie ensuite des signaux électriques jusqu'à l'autre extrémité composée d'un groupe de six micro-électrodes en iridium qui pénètrent dans le tronc cérébral au niveau du noyau cochléaire ventral, l'un des principaux relais de l'information auditive normalement transmise par la cochlée. Cet implant véhicule des informations auditives – des fréquences sonores – appropriées à la compréhension du langage.

À la fin des années 1970, des neurophysiologistes avaient déjà mis au point un prototype d'implant auditif dans le tronc cérébral. Ils espéraient alors traiter des malades atteints d'une neurofibromatose de type 2, chez qui des tumeurs se développent sur les deux nerfs de la huitième paire de nerfs crâniens, qui contiennent notamment le nerf cochléaire. Le seul recours est l'ablation des tumeurs, mais l'opération détruit souvent le nerf, condamnant les personnes opérées à une surdité profonde et irréversible.

L'implant était alors composé de huit électrodes plates que l'on plaçait à la surface du tronc cérébral, à proximité du noyau cochléaire ventral. Les 150 bénéficiaires de cet implant ont retrouvé une audition suffisante pour améliorer leur lecture des mouvements de lèvres et pour percevoir leur environnement sonore. Toutefois, ils étaient encore incapables de comprendre une conversation sans support visuel.

L'efficacité limitée de ces implants résulte de l'architecture du noyau cochléaire ventral. Celui-ci est composé d'une superposition de couches de cellules nerveuses correspondant chacune à une fréquence donnée : plus la couche est profonde, plus la fréquence est élevée. Avec les anciennes prothèses, quel que soit le nombre d'électrodes en surface, une seule hauteur sonore était perçue.

Or, la compréhension d'un discours requiert au moins la distinction de quatre fréquences. Dans le nouvel implant, les six micro-électrodes pénètrent dans le tronc cérébral à des profondeurs différentes : elles stimulent donc des couches de cellules nerveuses sensibles à des fréquences distinctes. Les conversations téléphoniques deviennent possibles !

Les nouveaux implants seront d'abord utilisés conjointement avec les anciens dispositifs. Ainsi, les bénéficiaires disposeront d'un moyen de secours. De plus, pour minimiser les risques, ces nouveaux implants ne concerneront au départ que les malades qui subissent une opération chirurgicale, tels ceux atteints d'une neurofibromatose de type 2, car la mise en place de cet implant est difficile et invasive.

L'érosion des plages...

...est due à un déficit naturel en sédiments.

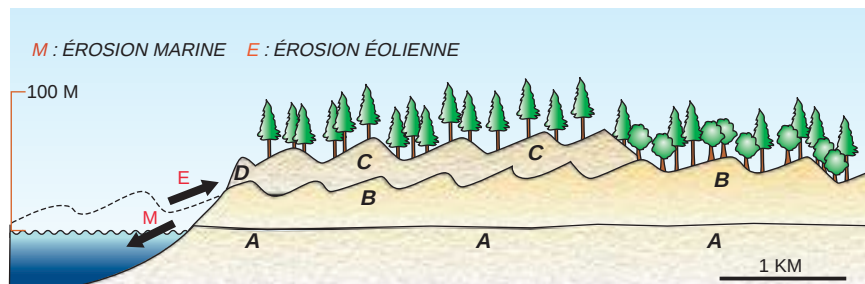
L'érosion et le recul des plages s'observent partout dans le monde. La légère élévation contemporaine du niveau de la mer, estimée à 1,5 millimètre par an depuis une centaine d'années, n'explique pas cette régression, pas plus que la recrudescence de la force et de la fréquence des tempêtes, constatée au cours des dernières décennies. La cause du phénomène est ailleurs : les sédiments arrivent aujourd'hui en quantité insuffisante pour compenser l'érosion. Ce déficit résulte d'une cause naturelle, même si des actions humaines, telles les extractions de sable et de graviers sur les côtes ou les retenues des charges alluviales solides en arrière des barrages construits sur les fleuves, l'ont encore aggravé.

Les matériaux des plages sont, pour une large part, hérités d'une période d'abondance, aujourd'hui révolue. Pendant la dernière glaciation, alors que le niveau de la mer avait baissé d'une centaine de mètres, la plate-forme conti-

nentale était fortement émergée ; elle recueillait des sédiments apportés par les glaciers, par les cours d'eau et par les vents. Lors de la fonte des grands glaciers, la mer, dont le niveau remontait, repoussa devant elle une grande partie des sables et des galets qu'elle rencontrait. Quand son niveau s'est stabilisé, il y a environ 6 000 ans, ces matériaux se sont déposés sur certains littoraux, formant d'amples plages, souvent associées à de vastes champs de dunes. La réserve en sédiments de l'avant-côte une fois épuisée, la pénurie s'installa ; elle se poursuit aujourd'hui. C'est elle qui explique la prédominance de l'érosion sur les plages depuis quelque deux millénaires.

En France, cette hypothèse est confirmée par des études récentes sur l'évolution du littoral d'Aquitaine, par le BRGM et l'IFREMER, d'une part, par le Département de géologie et d'océanographie de l'Université de Bordeaux, d'autre part. Ce long secteur de côte sans falaises commence à l'estuaire de la Gironde, duquel ne sortent qu'occasionnellement des particules en suspension, bien incapables de nourrir des plages ; il s'étend jusqu'à l'embouchure de l'Adour sans recevoir aucun apport fluvial notable.

Pourtant, il y eut une époque pendant laquelle, à partir d'une plage bien alimentée en sable, située à l'Ouest de



1. Coupe Ouest-Est de la côte du littoral aquitain. Le sable des Landes (A) a été déposé par le vent pendant la dernière époque glaciaire. Les dunes paraboliques (B) se sont formées il y a 5 000 à 2 000 ans, à une époque où le sable était abondant. Les dunes modernes (C) sont apparues à l'époque gallo-romaine, et ont été fixées par une forêt de pins au XIX^e siècle. Ainsi la côte est modelée par l'érosion marine (M) et par l'érosion éolienne (E), qui attaquent le bourrelet dunaire (D).



2. Près de Capbreton, dans les Landes, un blockhaus du Mur de l'Atlantique a basculé sur la plage à cause de l'érosion marine qui en a sapé les bases.

Mémoire qui flanche

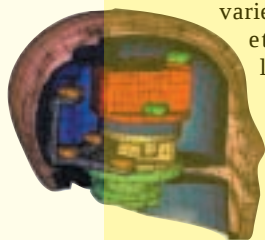
Notre mémoire ne tourne pas rond. Nous nous souvenons facilement de la direction d'un objet quand celui-ci vient vers nous ou s'éloigne. Nous nous souvenons également bien de l'orientation d'un mouvement quand l'objet passe devant nous de droite à gauche ou inversement. Cependant, D. Gilden et C. Price, de l'Université du Texas ont montré que lorsqu'un objet tourne, dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens contraire, nos souvenirs sont imprécis et vagues. Selon les auteurs de cette étude, la perception et le souvenir d'une rotation n'a aucun avantage évolutif tandis qu'apprécier l'approche, l'éloignement et la direction d'un mouvement est crucial pour la survie d'un prédateur ou d'une proie.

Piégeage magnétique de neutrons

Comment mesurer la durée de vie du neutron, l'un des constituant du noyau, qui serait utile à la compréhension de l'interaction nucléaire faible et à la nucléosynthèse dans le Big Bang? En le confinant dans un piège. Une équipe de physiciens américains a réussi à placer un ensemble de neutrons dans un piège magnétique en orientant leur spin (leur moment magnétique) et en les faisant passer préalablement dans une région remplie d'hélium superfluide pour les refroidir. Les neutrons sont restés plusieurs minutes dans le piège avant de se désintégrer. À terme, cette méthode permettra de mesurer la durée de vie du neutron avec une précision accrue.

Une bonne tête

Les simulations d'accidents utilisent aujourd'hui des têtes de mannequin composées d'une matière homogène et indéformable. Or, la tête humaine est plus complexe : elle est composée de plusieurs structures dont la plasticité varie. Après avoir numérisé et modélisé une tête, l'équipe de R. Willinger, de l'Institut de mécanique des fluides, à Strasbourg, a mis au point un prototype de crâne constitué d'éléments qui représentent six des principales structures cérébrales, tels le cervelet et les deux hémisphères, et même le liquide céphalo-rachidien. Plus proche de la réalité, ce modèle tient également compte des mouvements de ces structures les unes par rapport aux autres.



l'actuelle, des dunes de forme parabolique hautes de plusieurs dizaines de mètres s'avancèrent parfois à plus de dix kilomètres à l'intérieur des terres. Des datations de matière organique prélevée dans les dunes par dosage des isotopes du carbone permettent de dater cette époque entre 5 000 et 2 000 ans avant aujourd'hui. Une étude des minéraux rares a montré que le sable de ces dunes ne provient pas des sables dit des Landes, d'origine continentale, sur lesquels elles se sont avancées, mais bien du tri, par les vagues, de sédiments venus de l'avant-côte. Ces dunes anciennes ont été fixées par une forêt mixte de pins maritimes et de chênes.

Il y a environ 2 000 ans, la houle et le vent ont commencé à attaquer cette première génération de dunes. Depuis, l'érosion due aux vagues alimente en sable un puissant courant côtier qui porte vers le Sud, charriant quelque 500 000 mètres cubes de charge solide par an à la hauteur du bassin d'Arcachon, avant qu'une partie de cette charge n'aille sans doute se perdre dans le « Gouf de Capbreton », canyon sous-marin dont la tête s'avance très près du rivage. Quant au vent, il remanie aussi le sable des dunes anciennes, engendrant de hautes dunes, dites modernes, en forme de croissant, qui chevauchent les premières. Apparues à partir de l'époque gallo-romaine, elles seraient encore vives et mobiles si elles n'avaient été fixées au cours du XIX^e siècle par un boisement systématique en pins maritimes.

L'érosion actuelle de la côte est matérialisée par les fortifications du Mur de l'Atlantique, construites pendant la Seconde Guerre mondiale sur le bourrelet dunaire de première ligne et aujourd'hui basculées sur les plages, voire immergées.

Le recul du littoral aquitain est rapide : par endroits, sa vitesse moyenne annuelle est supérieure à un mètre. Ce recul pose de graves problèmes à des aménagements imprudemment implantés en bordure de mer. La longueur de la plage (plus de 200 kilomètres) empêche une défense par une alimentation artificielle en sable, et des ouvrages lourds en enrochement aggraveraient encore localement l'érosion. Le public comme les décideurs devront s'habituer à l'idée qu'il faudra tôt ou tard abandonner des positions trop avancées. Seul un recul dans le respect de l'évolution naturelle permettra, au moindre coût, de conserver pendant encore des siècles la nature sableuse qui fait l'attrait de la côte aquitaine.

Roland PASKOFF
Université Lumière, Lyon

Quand la toxine rétrograde

Grâce à l'étude du cheminement d'une toxine à l'intérieur d'une cellule, on fabriquera peut-être des vaccins contre le cancer.

Une toxine peut devenir un agent thérapeutique précieux. L'équipe de Bruno Goud et Ludger Johannes, de l'Institut Curie, avec l'équipe d'Éric Tartour, de l'Hôpital Curie, a étudié comment la toxine de Shiga, une toxine produite par la bactérie *Shigella dysenteriae*, et les toxines apparentées (vérotoxines) de certaines bactéries *Escherichia Coli* responsables d'hémorragies intestinales, s'introduisent et se meuvent dans les cellules pour y accomplir leurs méfaits : elles bloquent la synthèse des protéines, notamment dans les cellules de la paroi intestinale qui ne fonctionnent plus, et entraînent une dysenterie. En inactivant sa fonction nuisible, on pourrait s'en servir comme transporteur de molécules thérapeutiques : ces dernières seraient ainsi délivrées au cœur des cellules. Cette découverte offre des perspectives pour des vaccins antitumoraux.

Un gène du noyau est copié en un brin d'ARN qui sort du noyau. Cet ARN est alors traduit en une protéine qui pénètre dans les sacs aplatis du réticulum endoplasmique avant de rejoindre ceux de l'appareil de Golgi (voir la figure). Là, elle est enrichie en molécules de sucres qui sont souvent importantes pour son activité. Certaines de ces protéines, celles qui contiennent une chaîne caractéristique de quatre acides aminés agissant à la façon d'un code postal, sont alors réexpédiées vers le réticulum endoplasmique dans de petites vésicules composées de lipides et enveloppées de protéines dites de manteau.

Forts de ces acquis, les biologistes de l'Institut Curie ont cherché à comprendre le cheminement de la toxine de Shiga dans une cellule. Cette toxine est composée de deux parties. Tandis que la première est directement responsable de la toxicité, la seconde permet le transport de l'ensemble de la molécule. La toxine se fixe sur un récepteur de surface porté par certaines cellules, notamment des globules blancs, nommées cellules présentatrices d'antigènes du système immunitaire, par l'intermédiaire de cette seconde partie. Cette fixation entraîne le repliement de la membrane cellulaire et la formation d'une vésicule à l'intérieur de la cellule. En passant par un compartiment